

SSRL BL 5-3 を利用した 2 年間

齋藤 智彦 (物質構造科学研究所*)

1. はじめに

筆者は1996年から1998年までの約2年間、Colorado大学のDan Dessau助教授の研究室でポスドクとして過ごしました。Dessau助教授はStanford大学のSpicer教授(すでに退官)、Shen教授(SSRLのBL5を担当)の研究室出身で、Bi系高温超伝導体の研究で知られた若手研究者ですが、近年では層状ペロブスカイト型Mn酸化物の研究を進展させております。Coloradoに移ってからBL5-3を利用しており、筆者も2年の間に何度もColoradoとStanfordを往復しました。本稿では筆者の経験に基づきSSRLの紹介を致しますが、昨年VUV-12がSan Franciscoで開かれたばかりで、筆者よりも最新情報に詳しい読者も多いことと思います。そこで本稿は「精確な報告」よりもむしろ「見聞録」に比重をおき、筆者が感じた雰囲気をお伝えできればと思います。

2. Bay Area, Palo Alto, Stanford

San Francisco, Oakland, San Joseの諸市のあるSan Francisco Bayを囲んだ一帯はBay Areaと呼ばれています。冬は温暖多雨、夏は暑くなるが乾燥して爽やかで夜は気温が下がってしのぎやすい、という気候で、またベッドタウンも含めた比較的大きな街が連なっており、気候的、文化的環境両面に恵まれた住みやすい地域です。San Franciscoから南東に40 km程、Freewayを車で40分程のところStanford大学の街Palo Alto市があります。Palo Altoはシリコンバレーの北の端で、ここから南東San Joseあたりまでコンピュータ産業関連の企業、研究所が沢山あります。Hewlett Packard社がPalo Altoのある家のガレージからスタートした話は有名です。Stanford大学のキャンパスは広大で、キャンパス内に消防署、(池ではなく)湖、はてはTiger Woodsで有名になったゴルフコースまであります。そればかりか、一見大学に隣接して立っている企業の敷地は、実は大学からの借地だそうです。また、キャンパスを歩いてみるとVarian LaboratoriesとかGates Information Sciencesなどと言った、なじみの名前を冠した建物があります。

3. SSRL BL 5-3

SSRLはStanford大学の施設であるStanford Linear Accelerator Center (SLAC)の一部で、メインキャンパスからは車で10分程の丘陵地にあります。歩くには少々遠い距離ですが、平日はメインキャンパスの中、およびSLACまで無料バスが巡回しています。では、SLACの正門から中へと入って行きましょう。正門は昼間はフリーパスですが、夜間はユーザー登録カードとピクチャーIDを見せて身分を証明しなくてはなりません。正門を抜けて少し走ると左手にSSRLの正門、右手の丘の上にカフェテリアがあります。カフェテリアは昼の営業で、日替わりメニューと自分で具を選んでつくるサンドウィッチ、サラダバー、スープ、飲み物等があり、たくさん食べても6ドル程度。質、量ともに大変満足できるものでした。左手のSSRLの正門でもIDチェックがあり、やはり夜間には閉まります。これをまっすぐ進むと受付事務と実験ホールが一緒になった建物になります。アメリカは放射線安全に関して日本のような厳しい規則がなく、一端SSRLのゲートの中に入ってしまうと、誰でも実験ホールは(運転中でも)出入り自由です。実際、1年目はフィルムバッジを使っていましたが、2年目の後半からは実験ホール内の放射線計測のみにしてバッジは廃止されました。また、これも日本と違って、ビームラインで食事ができてしまいます。本当はキッチンですることになっているようですが、キッチンはビームラインの近くにあるので、実際は「食べながら測定」をしていました。SSRLが地震多発地帯にある、という特殊事情から、放射線とは違って変わって地震対策は神経質過ぎるくらいです。例えばリーク用窒素ボンベや、液体ヘリウムのデュワーその他、車輪がついていて地震の際動きそうな重量物には必ず車止めを複数かませなくてはならず、それを怠っていると一日一回は見回りにくるduty operatorから厳しい注意を受けます。

事務を通り過ぎると実験ホールで、小角散乱、粉末回折、蛋白質結晶構造解析、リソグラフィ、トポグラフィ、XAS, EXAFS、光電子分光等のビームラインがあります。実験ホールの最初の印象は、大きさはPFだが古びた感じが今は無き田舎のSOR施設というものでした。施設のシステムで日本と違うのは、物品のストックです。物

* 物質構造科学研究所 〒305-0801 つくば市大穂1-1
TEL 0298-64-5642 FAX 0298-64-2801 e-mail tomohiko.saitoh@kek.jp

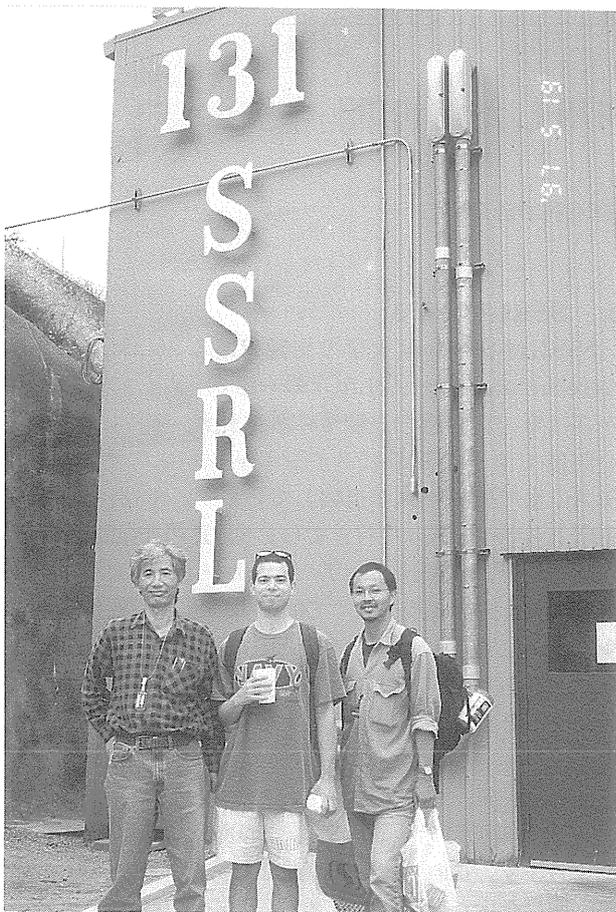


写真1 BL-5-3がある131号ビル。この写真はビームタイムが終わって帰るときに、もうひとつの120号ビルとの間の中庭で撮ったもので、現在は2つのビルがつながって屋内となっている。左から韓国からの visiting professor の Yun 教授、学生の Phil Vilella 君、筆者。撮影は学生の Yi-De Chuang 君。手にしている袋はスーパーマーケット“Safeway”の袋で、余った食料品が詰まっている。

品が欲しいときにはすべてコンピュータに入力して自分の予算口座から代金が引き落とされるようになっています。同様に液体ヘリウム代も実験グループが支払います。技術者のサポートも良いほうだと思いますが、筆者の経験の範囲では、ALSのサービスのほうが上のような気がします。ビームラインは番号の順番に並んでおらず、筆者が利用したBL 5-3はかなり奥にあります。実験ホールはもともと2つの建物でしたが、1998年頃に2つの建物の間をつないでひとつになりました(写真1)。

BL 5はアンジュレータービームラインで、4つの周期長が選べるようになっており、現在BL 5-2, 5-3, 5-4のエンドステーションがあります。BL 5-2と5-3で共用の分光器はLocust Monochromatorという名で、ガラスホッパー型分光器の一種です。一方、新設のBL 5-4は直入射型分光器です。写真2がBL 5-2と5-3の分光器で、回折格子は4つ選べます。BL 5-3にはVSW社の50mm角度

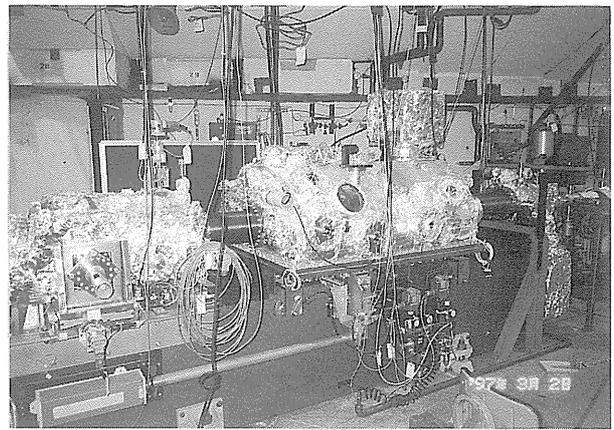


写真2 BL 5-2, 5-3の分光器“Locust Monochromator”。正面の壁の向こうがリング。向かって右手が上流で、左手のチェンバーは出口スリット/ミラーチェンバー。その左に測定器がある。写真は電総研の相浦義弘氏が共同研究で来米した際に氏が撮影したもの(写真3も)。

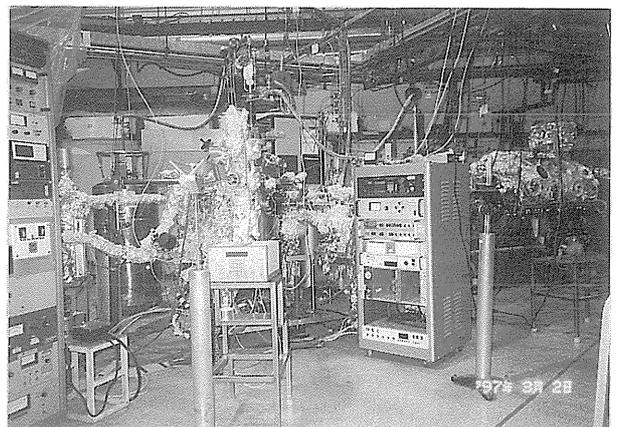


写真3 角度分解光電子分光装置の全景。向かって右手の隅は分光器チェンバー(写真2参照)。その手前のラックに、電源類、マルチチャンネルアナライザーのコントローラ等が収まっており、測定自身は左手手前のラック中のコンピュータ(写真では写っていない)で行う。中央が測定チェンバーで、その手前の台上の四角い箱は温度コントローラ。液体ヘリウムデューワーが左手奥に見える。

分解光電子分光装置が固定されています。使い込まれた装置で、古くはNiO、最近では高温超伝導体や1次元電子系等、固体の光電子分光の分野で数々の成果を出してきました。写真3が装置の全景です。分解能は分光器込みで最高40 meV程度、真空は 10^{-11} Torr台、温度はヘリウムフロー冷却で室温から8 K程度までです。この測定系の特徴は、(1)アンジュレーター+マルチチャンネル計測による大シグナル(2)固定ビームラインでノウハウを蓄積しているので、ベーク直後等で無いかぎり、サンプルを持ち込めばすぐに測れる(3)測定チェンバー全体が上下左右に容易に動かせ、位置の微調整が簡単、といったところにあります。しかし近年、世界的に高分解能化が進んでおり、後継システムとしてBL 5-4が直入射分光器+Scienta SES200とい

うセットアップで建設されました。ホームページを見ると軌道に乗っているようです。

チームタイム中の生活を簡単に紹介しておきましょう。1回のチームタイムは1週間から10日程度で、On campus の宿泊施設はないので事前にモーテルを予約します。チームタイム前日に Denver から San Francisco に飛んで(約2時間半)空港でレンタカーに乗り、SSRL まで Freeway 101をドライブです。まだ元気なので景色を楽しむ余裕があります。到着してサンプルを仕込んだあと、スーパーで食料品を買い込みます。夜は“the last real dinner”と冗談を言いながらレストランへ行きました。たいがい大学に隣接した Stanford Shopping Center のレストランでしたが、Bay Area は移民が多いので和洋中にエス

ニックとおいしい店はいくらかもあります。翌日から実験です。朝5時入射なので、当初それに合わせて2交替としていましたが、交替時間が後ろにずれ込みがちで、結局7時19時程度に落ち着きました。時間節約のためにチームラインでの食事が多く、冷凍食品に詳しくなりました。最終日の夜番は大変で、その日に Colorado に帰るので丸一日起きていなくてはなりません。運転は昼番にまかせて景色より睡眠、飛行機でも前後不覚でした。

最後になりましたが、アメリカで研究する機会を与えてくれた Dan Dessau 助教授、一緒に働いてくれた Colorado 大学、Stanford 大学の学生諸氏、現在まで続く共同研究者の皆さんに感謝しつつ筆を置きたいと思います。